
IoT の経済学的考察

石 井 徹

要約

本研究は、IoT (Internet of things) の意味を経済学的に考察したものである。IoT は、企業主導で始まったばかりであるが、本稿では、IoT の原理から大胆にソフト化・サービス化社会の行方を展望した。IoT は、サービス労働を支援するばかりではなく、その発達はサービス労働を不要化させるほどサービス産業の生産性を向上させる。つまり、IoT は人によるサービス労働をモノによるサービスに置き換えるのである。しかしながら、モノによるサービス商品の価値の源泉は、サービスを受ける側から発せられる様々なデータである。よって、データが個人のモノであるならば、IoT によるサービスを売って私的に利益を独占する根拠はなくなる。さらに言えば、IoT はサービス産業ばかりでなく、当然、第1次産業や第2次産業にも浸透し、同様の問題を引き起こし、やがてはIoT によって産業は統合され、経済学的には道路や橋などと同じような共有物 (社会的インフラ) になるものと考えられる。究極的には経済的に自立した地域、自立した個人を中心とする社会の誕生である。

キーワード：IoT，サービス労働，モノによるサービス，ソフト化・サービス化，資本主義

1. はじめに

IoT は、モノのインターネット (Internet of things) の意味で、この言葉自体は1995年、マサチューセッツ工科大学のケヴィン・アシュトンによって造られた (注1)。しかし、IoT という言葉が頻繁に登場するようになったのは日本では2014年以降で、2015年になるといろいろなメディアに取り上げられ注目されるようになった。インターネットは、PCとPCとのネットワークなので、IoT ともいっても良さそうであるが、インターネットは人間が主体となってインターネットを利活用するものであった。だが、IoT は人の操作・入力を介さずに自律的にモノ同士がコミュニケーションを行い、センサー情報を収集しそれをクラウドに蓄積して、その膨大なデータ (ビッグデータ) をAI (人工知能) が自動で分析し、利用者に様々なサービスを提供するところに特徴がある。もちろん、文字通りのAI は開発されてはいないが、IBM が開発したAI 搭載のワトソンがビッグデータの中の規則性や法則性を見いだして、新薬の開発に成果を上げるようなことが実際に起こっている。また、人の知能のほんの一部分ではあるが、チェスや将棋やクイズなどではその分野で最強の能力をもった人間の能力を超えたのである。また、IoT を活用して GE などのいくつかの先端企業は大きな成

果を上げつつある。

AI の組み合わせで大きく変わろうとしている現代の経済社会は IoT を通してどのような方向に向かっているのかを本研究で考察したい。これまで、1970年代から本格化してきた脱工業化社会を、資本主義から離脱を始めたソフト化・サービス化社会の到来として研究してきたが、その研究との関係で、IoT 化を考察したいと考えている。

2 IoT とは何か

(1) アメリカのインダストリアル・インターネット

IoT の活用の始まりは、アメリカの GE (ゼネラル・エレクトリック) がアップルのプラットフォーム型経営戦略に刺激され、アップルを超えるためであったといわれている。GE は、2012年11月、アップルなどに代表される動きを消費者インターネットと呼び、生産財の革新をインダストリアル・インターネット (Industrial Internet) と呼んで企業改革に取り組んでいる (注2)。

GE は、もともと航空機エンジンや医療機械、発電装置などの重電機の会社として知られていたが、その後、業績不振となり、放送事業や金融業などのサービス業で稼ぎ始めた。2003年には営業利益に占める金融業の比率が56%にまで達した。しかし、その後、金融業からの撤退を開始し、メーカー回帰を目指し、2018年にはその比率を10%にまで下げるといふ。それを可能にしたのが IoT によるリストラであった。つまり、2011年に数十億ドルを投資してインダストリアル・インターネットと呼ぶ新しい事業 (ソフトウェア会社) を始めたのである。その事業は、機器に取り付けたセンサーから得られるビッグデータを収集し、解析した結果をユーザにフィードバックすることで顧客に利益、機器使用の最適化の実現をもたらすサービス業であった。この事業によって、2013年15億ドル以上の利益を上げたという。具体的にみてみると、①航空機のジェットエンジンに取り付けたセンサーから得られたビッグデータを解析することで、空港への進入経路、着陸時のフラップの使い方やスピードなどの最適化を実現して、約1000万ドルの燃料費が節約できたのであった。

その他にも保守費や人件費が抑制される効果もあった。また過去のデータ学習で予期せぬ欠航便を減らせるなどの最適化も図られた。②ドイツ最大のエネルギー企業 (エーオン) が所有する風力発電所の283基の発電機に取り付けたセンサー (温度、湿度、風向のデータ収集) から得られたビッグデータを解析して最大5%以上の発電電力量および発電機1基ごと最大20%の利益向上が実現された。GEは、「1%の燃費削減・効率向上」により15年間で航空機は300億ドル、発電所は660億ドル、鉄道は270億ドルのコスト削減が可能であるとして、この事業の将来性を強調している。

このようにセンサーとそれから得られるビッグデータの分析によってこれまではできなかったサービスを提供できるようになった点がIoT 化のポイントである。この事例においてもわかることであるが、IoT 化においてはソフトウェアの開発力が重要であるということであるが、IoT 化の前提として、画像センサー、光センサー、温度センサー、湿度センサー、加速度センサー、地磁気センサーなどの各種センサーの開発と高性能化も必要であった。他にも IoT 推進には、CPUの高速化・マルチタスク化、大容量記憶装置、大容量無線 LAN 技術の進歩、スマホの発達と普及による、そ

これらの小型化と低価格化が必要であった。IoT 化のためにはモノにスマホの機能をもった機器（コンピュータ内臓）を組み込む必要がある。つまり IoT 製品には、コネクティビティ（ネット接続のため）とスマートコンポーネント（サービスを実現するため）が埋め込まれているのである。スマートコンポーネントは、プロセッサ、ユーザー・インターフェイス、センサー、ソフトウェア、アプリケーション、データストレージ等で構成されている。なお、モノに格納できるデータ量には限界があるので、モノだけで動かせられないアプリケーションや実装しきれない機能は、クラウドをつかって稼働させることになる。今現在において、IoT 化製品にはアップルウォッチやグーグルグラスなどのウェアラブル端末、TV、冷蔵庫、洗濯機、産業機械、電車、航空機、農機具などがあり、それらがネットにつながりはじめている。つぎに国を挙げて IoT に取り組んでいるドイツについてみてみよう。

（2）ドイツのインダストリー 4.0

ドイツは、2011年からインダストリー（Industrie）4.0として取り組むようになった。政府が、資金を出し、数百の企業や大学が企画作りや技術開発に邁進している（注3）。もっとも、名前からして違うのでドイツの取り組みを IoT と区別して取り扱っている論文もあるが、モノにセンサーリングデバイスを埋め込んでインターネットの利用ということでは同じなので本稿では区別していない。ドイツが国をあげて IoT に取り組んでいる理由は、一つには現在ドイツは、製造業による輸出主導で「一人勝ちのドイツ」を実現しているが、台頭してきた中国やインドなどの低賃金国での大量生産に対抗するためである。また、アメリカの製造業の国内回帰、とくに google などのアメリカのネット技術をもつ企業の製造業への進出に対抗するためである。さらに、ドイツにおける人口減少・少子高齢化から労働投入量減から労働者および熟練労働者が減少するので、経済発展を継続するためにも、その技を早く機械に伝承する必要性が生じたからである。他にも、再生エネルギーの拡大による電力価格の高騰を抑え、産業の空洞化を食い止めるにも、ドイツ経済の生産性を全体として引き上げなければならない。そのための IoT 化ということである。

日本でも工場の無人化・自動化（FA）はかなりのレベルまで進展しているといわれている。ロボット・NC 工作機などの加工機は LAN でつながり、センサーやスイッチからのデータは、作業進捗状況とともにプログラマブル・ロジック・コントローラ（PLC）に集められる。PLC は、内蔵するメモリに記憶されたプログラムによる演算処理結果に基づき、製造装置につぎの指示を送り、加工や組立が自動的に行われるようになっている。ただ、このシステムは、セキュリティや情報漏洩への懸念からプライベートネットワーク（閉域網）接続が中心で、インターネットの活用はきわめて限定的である。デファクトスタンダード化しているパッケージソフトが普及する企業会計や経営管理システムとは異質の状況である。それゆえ、インターネットをフル活用し、部品や材料の投入状況をセンサーや RFID（電子タグ）などで読み取りながら自動で加工・組立を行い、データをクラウドに自動でアップして分析を行い、改善策を現場に還元することから始まる製造業の IoT 化に大きな変革が起こることが期待されているのである。

工場内の機械設備がインターネットで接続され、他工場や研究開発・販売部門などのシステムと

つなげることで統合基幹業務システムが構築できる。全体がシステムとして稼働できるため、単独ではできなかった数多くの新しいことが「自律的」かつ「短時間」でできるようになり、そして、最終的にはサプライチェーン（資材調達網）の部材メーカーや卸売・小売などと工場がインターネットで接続されることで、生産システム全体が最適化されて「生産性」が大幅にアップするとともに、顧客一人ひとりの好みに合った商品を個別受注で効率的に供給できるようになるという（注4）。目指しているのは、フォードシステムの単品種大量生産、トヨタの多品種大量生産から、生産機械の切り替えの時間をゼロにして特注品を量産品と同コストで生産できるようにする個別大量生産（マスカスタマイゼーション）だということである。

アメリカとは違ってドイツでは、生産のIoT化を製造コストの極小化技術と考え、人員削減のための技術とは必ずしも考えていないところが特徴である。たとえば、中高年の労働者がラインにつくと、仕様書の文字が大きく表示されるなど仕事がしやすいように自動で仕事場が設定し直される。もっとも、ドイツのインダストリー4.0が生産工程のデジタル化・自動化・バーチャル化を究極まで高めようとしていることからするならば、将来IoTやAIのさらなる進歩によって工場の無人化に帰結するのではないかと考えられるのだが、しかし、ドイツでは人と機械が協働するロボットの導入を目指しているという（注5）。人を排除した完全な自動化はかえってコストが嵩むと考えているのである。人工知能の発達によって自動化の低コスト化が進み、完全な工場の無人化の実現は否定できないが、インダストリー4.0の目指すものがそのときまでのライン労働者にやさしい生産システムの維持ならまだ理解可能である。

ところで、IoTを第4次産業革命と位置づけることは経済学的には問題と考える。イギリスで起こった第1次産業革命は、資本主義を確立したという意味で革命であった。なぜならばイギリス産業革命は、綿工業において綿製品の生産が機械によって実現され、労働力の商品化が達成されたからである。

ドイツの考えているインダストリー4.0（第4次産業革命）の位置づけをみると、第1次産業革命（18世紀末、動力源：蒸気機関）、第2次産業革命（20世紀初頭、動力源：電力）、第3次産業革命（1970年代、生産ラインに人に替わって疲れないロボットや工作機械が導入されていった）、第4次産業革命（21世紀、工場内の機械・装置もインターネットに接続され、ネットワーク化が完成する）。一見してわかるように、第1次・第2次は動力源の変化で区別し、第3次は生産工程のME化で区分している。つまり、技術の変化にだけ注目して産業革命の発展段階を区分しているのである。本稿の立場からすると、このような技術論的な区分は経済学的にはナンセンスである。しかし、現在進行形のIoTが労働力商品の不要化ないし消滅を実現する技術となれば、世界史的には第2次産業革命と規定し得るということである。

さて、つぎにさらにIoTの事例をいくつか取り上げ、その将来的可能性とともに考察しておきたい。

3 IoT の事例

(1) スマートハウス化

IoT の事例において GE 以外で良く取り上げられるのが、NEST（ネスト）のサーモスタットである（注6）。グーグルが、2014年1月ネスト（デジタル・サーモスタットと火災報知器製造メーカー）を32億ドルで買収したことで話題になった。サーモスタットは、部屋ごとにエアコン設置の日本では馴染みがないが、セントラルヒーティング中心の欧米では室温調整のために一般的に利用されている機器である。アメリカの家庭の85%がサーモスタットを利用している。

ネストのサーモスタットは、住宅内の温度管理プロセス全体—燃料の購入から室温設定、暖房器具、換気扇、空調システムへの電力供給まで—をデジタル化し、ネストが提供するクラウド・データ・サービスと連携して新しいサービスを提供するものである。ネストのサーモスタットは、電力消費データをリアルタイムで収集し、それを電力会社と共有する。電力会社はそのデータからエネルギー消費量の予測精度が改善し、より効率的な電力供給が実現できる。ネストは、消費者にも電力コストの情報（例：電力需要増加につき電気料金のレートが上がりますのでエアコンの出力を2時間弱めますと通知して請求額を抑制する等のサービス）を提供する。ネストによれば、これらの機能によって電気代やガス代を20%ほど節約できるということである。アメリカでは2014年7月頃ですでに100万台程度売れたようである。

ネストの収入は、サーモスタットの価格が1台249ドルで他製品より2,3倍高いことから得る利益と、電力会社から成果ベースで支払いを受けることから成り立っている。グーグルは、電力消費パターンのデータを収集して電力会社に情報を提供して電力会社が節約できたコストの一定割合を報酬として得る。消費者にもコスト節約分の一部が還元される。このサービスが、世界で6兆ドルのエネルギー市場に影響を与えると予想している。さらに、同社のデジタル・クラウド・プラットフォームを解放すれば、他社の機器が使用でき、洗濯機や乾燥機をレートの低いときに自動で稼働させることができ、また、ホームセキュリティとの接続ができたりする。IoT化によって省エネばかりでなくセキュリティなどのサービスまで実現できるというのである。つまり、ネストのサーモスタットによるIoTによって、レベルの高いスマートハウス（注7）が実現するということである。日本でネストのサーモスタットが普及するかどうかはわからないが、日本でもスマートハウスの研究は行われている。太陽光発電等の再生可能エネルギーや燃料電池自動車、蓄電池システムがよりいっそう技術進歩し低価格化すれば、家庭内の家電製品のIoT化によってよりいっそう省エネ化し、エネルギーも集中大量発電システムに依存する必要性がなくなり自給できることになる。

(2) 医療関係のIoT化

先進国では高齢化が進み、医療にかかる負担が増大し国家財政を圧迫している。そのような中で、医療分野におけるIoTの活用が生産性の効率化やサービスの向上に革命的变化をもたらすのではないかと期待されている。

フィリップスは、2014年、医療機器と家電を一体にした新部門「ヘルステック」を中核領域とし、

日常の健康を意識した生活から予防医療、さらには病気にかかった場合の診断と在宅ケアまで一貫して手がける構想を発表した。「具体的には、患者の細胞の病理データを患者・医師がクラウドで共有するサービス、先端部のセンサーで体内での位置を確認できる内視鏡手術の練習システム、スマートフォンのアプリを使った妊婦の体調管理サービス、高解像度の画像を生かし患者の負担が少ない治療システム、在宅でもできる遠隔診断サービスなど」である（注8）。GE社も医療機器の販売が13%程度を占めるようになっており、欧米の家電メーカーは家電から撤退し「医電」への事業転換を進めているのである。J&Jは、2015年3月に人工知能（IBMのワトソン）を活用した手術支援ロボットを開発するためにグーグルと提携して新会社を設立した。それによって医師の技術を高めることができるというメリットの他、「医療現場では手術前後のスケジュール管理や患者の間診などプロセスが重要な鍵を握る」とされ、その工程管理に人工知能を活用すれば効率化できるという（注9）。また、アップル社と提携して、糖尿病対策では自宅で血液検査が簡単にできることを利用して、定期的に計測して「信号機のように分かりやすく表示できるようにした」が、計測データはクラウド管理である。

「医電」とは、掃除機やエアコン、洗濯機などの家電製品に医療用センサーを取り付け、センサーから得られるデータをクラウドが取り込み・自動分析し、その結果をユーザにフィードバックしてくれる機能付きの家電である。たとえば、掃除機やエアコンに吸い込んだ塵をクラウド上で分析してフィードバックして家の生活環境の健康状態を監視し、洗濯機では洗濯物の汗をクラウド分析してフィードバックすれば体調管理ができるようになる。それは病気の予防になるということである。

2014年6月設立のサイマックスは、世界初となる小型・低価格のトイレ後付け型の分析装置とヘルスモニタリングサービスを開発するために資金調達を行った。それは、自宅や施設のトイレに後付けで設置し、自動で排泄物の分析を行うことのできるトイレである（注10）。「サイマックスの製品で検査できる項目は早期の糖尿病（完全に治せるフェーズ）、痛風、高血圧・心疾患リスク、感染症などのスクリーニングやモニタリング」と検査項目が多いのがセールスポイントである。

家庭のベッドがIoT時代には病床になる。マットレス下に設置するパッドサイズの非接触型モニタリングデバイスによって、呼吸、心拍数、ベッド上での動きをモニタリングできる。取得したデータはベッドサイドやナースステーションのモニターに表示され、かつ必要な警告メッセージを看護師の携帯電話にリアルタイムで通知できる。また、継続的なモニタリングによって、患者の容体悪化や床ずれ、落下、転倒を未然に察知することが可能であるという（注11）。

IoT時代の腕時計やメガネのウェアラブル端末では、呼吸パターンや精神疲労度、眠気、歩数や速度、心拍数や消費したカロリーおよび姿勢などのデータが収集できユーザにフィードバックされて健康管理や交通事故防止に活用できることになる。アメリカのオラクル社は、センサーをつけた薬を利用する「生体情報の収集・分析・管理システム」を開発した。「このセンサーは体内で溶けるときに微弱な電波を発するが、まずはその電波を、体につけたパッチを通してクラウドに送る。そして、その電波から得られるデータを分析することで、薬の摂取状況や体の状態を知ることができる仕組みになっている」（注12）。

これによって、投薬反応を調べ新しい薬の開発に生かすことが可能となるというのである。さら

に付け加えると、アメリカでは「テックタッツ（TECH TATS）」という「医療用の電子タトゥー」まで開発されている。これを肌に貼ると、体温、心拍数、血圧等、身体の詳しい情報をスマホでチェックできるようになるという（注13）。

以上の具体例をみただけでも、今後これらの製品が大量生産され低価格化が進めば、病気の予防効果や新薬の開発、さらに定期健康診断が不要になる効果などがあり、病院経営の効率化や医療費の大幅な削減が見込めることになる。

（3）農業のIoT化

今後、農業は、スマート農業やクラウド農業として、AIによって飛躍的に発展すると言われている。圃場の土壌環境、水や栄養の状態、天候、植物の生育状況、定点カメラ映像、空撮映像など様々な情報からAIが収穫量の予測や改善の必要な部分や今後の耕作戦略の策定などを示唆することになるという（注13）。

「e-kakashi」は、圃場にセンサーを設置し、温湿度や日射量、土壌内の温度や水分量、CO₂などの環境情報を収集し、それをクラウドにアップして分析することで、栽培に役立つ情報を提供するサービス事業を紹介している（注14）。特長は、「栽培地域などによって異なる作物ごとの栽培管理技術やノウハウを『ek レシピ』というかたちでまとめられる点」である。これによって、異常気象に対応できたり、農業の経験がない者でも効率的な農業経営ができるということである。

NTTドコモは畜産農家向けに、業務を効率化できるサービスを始める。全国農業協同組合連合会（JA全農）と提携し、スマートフォン（スマホ）を使った牛や豚の遠隔監視システムなどを共同で開発、販売するという（注15）。たとえば、分娩の近い牛に温度センサーを取り付け、温度の変化から分娩の時期を割り出して農家の携帯電話に通知する。農家が巡回監視する手間を軽減し、出産時の死亡事故も大幅に減らせるというのである。また、子牛や子豚の体温の変化を監視し、病気をいち早く検知して農家が対策をとりやすくするシステムなども開発する予定である。アメリカでは、農家の手をまったく借りることなく牛たちに餌をやり、搾乳することができる「ロボットミルクカーズ」という自動搾乳ロボットが開発されている（注16）。牛たちが自分の好きな時間に自動搾乳機の前に並ぶだけで搾乳されるのである。このような農業の工業化は植物栽培でも起こっている。

現在、日本には200社弱の植物工場があるが、植物工場のシステム制御にもIoTは欠かせないものとなっている。植物工場は、屋内施設で光や水、温度を管理して無農薬の野菜を育てる工業のような栽培スタイルの農業である。植物工場は天候の影響を受けにくい反面、温湿度や照明、養分濃度などの制御に手間がかかるのが難点であり、この制御にひと役買っているのがIoTである（注17）。最近、太陽光のかわりにLED光をあて、LED光の色や照射時間などを厳密にコントロールすることによって栽培効率を高めている植物工場もあらわれているが、日本では75%の企業で赤字だという。ただし、日本より国土の狭いオランダではスマートアグリとして大成功しており、日本でもこの分野の将来性は高いと考えられる。

日本のクボタは、2014年6月に「KSAS（クボタスマートアグリシステム）」というサービスを始めた。これは農機にセンサーを搭載することで、「どの田んぼでどのような作業を何分したのか。ど

の田んぼにどのくらいの量の肥料をまいたのか。どんな品質のコメがどのくらい収穫できたのか。といったさまざまなデータを蓄積できる。このデータを解析すると、最小限の作業量で、適度な肥料をまき、おいしいコメがたくさんとれるようになる」という（注18）。さらに、コンバインにセンサーをつけ収穫時に水やタンパク質の成分、土質など、米の味を決める因子を分析できるようになれば、おいしい米か否かを収穫した時点判定できるようになるので農業ビジネスに革命を起こすのではないかと指摘がある（注19）。また、様々な農機具にセンサーを取り付けておけば、機械の使い方や稼働状況のデータが得られ最適の使用法や部品の摩耗などがチェックでき故障前に部品の取り替えができるようになるのである。日本のコマツが開発した施工の自動化システム「スマートコンストラクション」（注20）を農業に応用すれば、農機による耕起や田植え、収穫などの自動作業化が実現できる。農業のIoT化によって農業の生産性の向上、省力化・自動化、農作物のおいしさの分析まで可能となるということである。資本にとって苦手であった農業が、IoTによってどのような意味で再編されていくのか興味あるところである。

(4) その他のIoT

モノにセンサーを取り付ければIoTに取り込まれることになるので、その応用範囲は大変広いことになる。経済の基本である生産・分配・消費における各産業分野のIoT化のほか、道路や橋、トンネルなどの社会インフラのIoT化が進めば、それらの利用状況が把握でき、摩耗状況などのデータから事故が起こる前に補強や修繕を行うことができるなど、社会インフラのより効率的な安全管理が可能となるのである。

IoTの事例で最後に触れておきたいのは、経済原則の基本である生産が、工場で行われるばかりでなく、自宅でも可能となるということである。村井純氏は、デジタル・ファブリケーションが、3Dプリンターやデジタル・ミシン、レーザー・カッターの登場により、遠い未来の話でなくなったという（注21）。村井氏は、カスタネットの製造例で説明している。カスタネットの形状データをクラウドで共有して、それを3Dプリンターでプリントすれば、あとはゴム紐をつけるだけで完成できる。楽器の三次元データがインターネット上で共有できればたいの楽器はつくれるようになるので、メーカーは工場をもつ必要がなくなるのである。つまり、デジタル・ファブリケーションが実現すれば、たいのモノが自分自身でできる時代になるということである。つくり方のレシピはネットで調達し、材料はローカルで調達することになるので物流も大きく変わることになる。

かつて農村共同体の中に埋め込まれていた工業が、産業革命以来、共同体の外部に独立し、資本投資によって大規模な機械制工業として設立され、モノづくりは多くの労働者と機械との分業と協働によって行われるようになった。それがもっとも効率的な生産方法であったのである。しかし、20世紀の大量生産大量消費時代から1970年代以降の多品種少量生産時代となり、21世紀初期のインダストリー4.0では個別大量生産が追究されている。さらに、進んでデジタル・ファブリケーションの時代になれば、再びモノづくりが共同体ないし地域内に回帰することになるのである。要するに、IoTが本格化すれば、戦後、大量生産、大量流通、大量消費というエネルギー多消費型の経済システムが大転換することになるのである。その点はIoTの将来を考察する上できわめて重要なことで

ある。

さて、以上の IoT の可能性を踏まえて、IoT によってソフト化・サービス化社会はどのように変化するのか考察してみよう。

4 ソフト化・サービス化における IoT の意義

これまで IoT について検討してきたが、そのおおよその意味はモノによるサービスということであった。そこで改めてサービスについてその概念を明確にしておく必要性がでてきた。広辞苑では、サービスとは、奉仕、給仕、接待、店頭で値引きしたり、客の便宜を図ったりすること、物質的生産過程以外で機能する労働、役務、(競技用語) サーブとあった。また、ネットでサービス(service)の意味を調べると以下のような意味がヒットした。①人のために力を尽くすこと。奉仕。「休日は家族に一する」、② 商売で、客をもてなすこと。また、顧客のためになされる種々の奉仕。「一のよい店」「アフター」、③ 商売で、値引きしたり、おまけをつけたりすること。「買ってくだされば一しますよ」、④ 運輸・通信・商業など、物質的財貨を生産する過程以外で機能する労働、用役、役務。⑤ サーブの意味。

そして、Wikipedia (ウィキペディア) では、「売買した後にはモノが残らず、効用や満足などを提供する、形のない財のことであり、第三次産業と同義である」と記されている(注22)。

以上のことで共通しているのは、「物質的生産過程以外で機能する労働」、「売買した後にはモノが残らず、効用や満足などを提供する、形のない財」というところであろうか。本稿では、以上の辞書的意味を念頭におきつつ、サービスとはモノに付随して発生し効用や満足を提供する機能と仮定しておく。また、これまでの歴史において、人間社会にとって生産労働は絶対的に必要であったのに対してサービス労働はそれに付随した相対的な労働で、いうならば必ずしも必要ではない労働と仮定しておきたい。ここでのサービス労働は、IoT のようにモノによるサービスではなく、人間によるサービス労働を意味している。

たとえば、共働きのために家政婦を雇っていた家庭があったとして、洗濯機や掃除機などの家電製品が開発され、家事労働が簡単に短時間でできることになれば、もう家政婦を雇う必要がなくなるかもしれない。なくなる場合、サービス労働が自己労働に転化することを意味しているといえよう。また、ATM ができたことによってわざわざ銀行に行って預金を引き出すような煩雑なことも大分軽減した。しかし、ATM という機械の普及によって銀行の窓口でのサービス労働が大幅に削減されたので、この場合もサービス労働の自己労働への転化が起こったといえよう。

そして、病気に罹って医者にかかるということにおいても、人によっては主義や哲学によって病院で治療を受けない者もいるであろうし、市販薬で済ませてしまう者もいるであろう。だから、医者というきわめて重要な職業と考えられているサービス労働もやはり相対的な労働であると考えるべきである。実際、様々な医薬品の開発と普及、あるいは高度医療機器の開発は、医療産業の合理化を意味しており、医療産業に従事する医師などの労働者の増大を抑制する機能を果たしてきた。最近では、薬局で安い料金で簡単にコレステロール値などの血液検査ができてしまう。これが IoT

時代ともなれば、洗濯すれば下着についた汗の分析で体調管理され、朝のトイレで尿検査などが自動ででき、しかもそのデータがクラウドに蓄積され体調管理できるようになる。自宅のベッドも病床になるというのだから驚くべきことである。IoT によってサービス労働の自己労働化は大いに進みそうである。睡眠時の脈拍や心電図、血圧がチェックされ、そのデータがクラウドに蓄積され異常があれば「お知らせ」があり対策を講じることができるようになる。手術もロボットによる方が安全で正確だという意見もある。そのように考えると IoT 時代には医療関係のサービス労働が増大するとは必ずしもいえないということである。

日本では少子高齢化社会によって、介護労働者不足が社会問題化している。しかし、IoT 時代になると様変わりするであろう。家電の医電化によって予防医学が発達し介護を必要とする者の減少、および介護ロボットと IoT 化した自宅ベッドは病床ベッドとなり大幅に介護労働の削減が見通せるのである。つまり、家族が介護していた時代から介護サービスに依存する時代へと転化し、そして IoT 時代には介護サービスを受けなくても、意識・意欲のある間は自分のことは自分で処理できるというサービス労働の自己労働化が進むのである。

移動手段としての自動車は、かつては大変高価な貴族の乗り物でステータスシンボルでもあったが、福祉国家による大衆の富裕化によって大衆も所有することが可能となり先進国では必需品となった。自動車は、便利な移動手段として通勤やレジャーに大いに使用されてきたが、同時にタクシードライバーという職業が創り出されタクシー会社が起業され、それに従事するサービス労働者を増大させた。ところが、これまでにみてきたように、IoT 時代の到来によって車の自動運転が実現間近にある。自動運転が一般的になると、大衆は維持費が嵩む高価な自動車を通勤用としてもレジャー用としても所有する必要はなくなる。レンタルかシェアすれば、大抵のことが事足りてしまう。情報端末か何かで車をレンタルすれば自動で自宅まで車が届け、利用者は車に対して行き先を告げれば自動で目的地に着くことができる。そして、そこで車を乗り捨てれば、レンタルした車は自力で元の場所に戻っていく。そのような時代になるとタクシードライバーというサービス労働もお抱え運転手も不要となる。また、通勤用の自動車を所有することのメリットもなくなるであろう。IoT 時代にはシェア経済が拡大するとよくいわれているが、車のシェアもレンタルよりもコストパフォーマンスがよければ確かに普及するのである。

資本主義経済ではあらゆるモノが商品交換される。もちろん労働力までもが商品化されているがゆえにその対価としての賃金が発生し、賃金で我々の生活が成り立っているということである。ところで、IoT 時代には $G-W$ (G が貨幣、 W が商品であり、貨幣でもって商品を買うことを意味する)において IoT 対応の W を購入すると、意味がこれまでとは異なってくる。従来なら W を購入後は売り手との関係は基本的に絶たれるが、IoT 商品では W というモノを得ることに興味はなく購入後のサービス目当て（無意識でもよいが）に購入することになる。購入時の W の価格は、サービス料込みかもしれないし月々のサービス利用料を支払う条件で購入することになるかも知れない。しかし、サービスを提供する会社は、販売した個々の W から自動で得られるビッグデータを自動分析して様々なサービスを提供することになるので、商品の所有権の所在が不明になってしまうのではないかと考えられる。つまり、サービスという新たな付加価値はモノを生産する工場で作られた

付加価値ではなく、Wを購入した人のWから得られるデータをもとに創られる付加価値であるからだ。そこで、IoT時代において“データは誰のモノか”という論争が起きている。Wに付随したサービスを販売した会社が一方的にデータを独占し利潤を独占することが正当であるのかということである。

本研究ではデータは個人のものだという説を支持している（注23）。個々のモノから発する膨大なデータが新サービスを創造しサービスを充実させるということ、つまりデータの蓄積と共有による利活用が新しい付加価値をつくるのであるから、それを企業が独占できる客観的根拠はないと考えるのである。データは個人のモノであるという立場に立てばIoT時代のモノは自ずとシェアされることになる。つまりシェアされて初めて価値をもつということである。スタンドアローンでモノを所有していてもサービスは受けられないのでIoT的には無価値であることを意味している。すなわち、家電や自動車などのあらゆるモノがIoT商品になれば、これらはわれわれの社会の共有物となり、普段、利用する道路と同じような、いわばわれわれの暮らしにおける分散的な社会インフラになるということである。モノを私有することが無意味化し、従来のように買ったモノは自分のモノであるという私有概念が成り立たない社会の到来ということである。このように考えられるとすれば、レンタル車は当然IoT対応車であるので私的利潤追求のレンタルビジネス自体成立出来ないのではないかと考えられる。

経済のサービス化に話を戻すと、いずれにせよIoTによるサービスは自ら関わることで得られる自己労働型サービスと考えられるのである。モノをシェアするといっても人的な関わりを必要とするわけではない。つまり、経済のサービス化はサービスというものが「効用や満足などを提供する」目に見えないモノであるということからしても、他者のサービス労働に依存せず、機械やモノやシステムを利用してかなりの部分を自分でやってしまえるのではないかとということである。ようするに、これまで経済のサービス化によって狭義のサービス産業が成長し、その分野の就業者が増大して、そのような意味でのソフト化・サービス化社会が到来するという見通しは、IoTの経済学的な意味を踏まえるとさらに再考する必要があるということである。

資本主義の本格的な発展は、工業における産業革命によって始まった。その発展は、農業の機械化や技術の近代化を推し進め、農業就業者数を相対的に減少させ、農業の経済的地位を大いに低下させた。逆に言えば、より少ない労働力で人類の必要とする食糧供給が実現できたわけで、工業の発展がそれだけ農業の生産力を向上させたといえよう。つぎに、資本主義の本格的な発展は工業労働者を増大させたが、繊維産業などの軽工業から鉄などの生産手段生産型の重化学工業の時代になると資本の有機的構成が高度化し、相対的に労働力の吸収が抑制されるようになった。つまり、イギリスより遅れて資本主義化を始めたドイツや日本などでは農村に過剰人口が堆積し、中小企業などが多く残存する産業の二重構造化が一般化した。第2次大戦後は、日欧の先進国では耐久消費財量産型の重化学工業が福祉国家の形成とともに導入され、労働同権化による国民所得の向上とともに自動車や家電などの耐久消費財が普及するという好循環が起こって日米欧は高度成長し豊かな国家になった。こうして、二重構造の解消にはならなかったものの農業人口がますます減少し、工業労働者も減少を始め、第一次・第二次産業から第三次産業へと産業構造が大きくシフトするように

なった。

ちなみに、G 7 諸国では、農林水産業が GDP に占める比率は 2 % 未満で、「農業輸出国としてのイメージがある米国で 1.1%，フランスで 1.6% であり、日本は 1.4% である。また、いわゆる G 7 諸国では、経済活動人口に占める農業従事者の比率は 1～3% 台であり、一番高いイタリアが 3.6%，低い英国が 1.5%」，日本は 2.5% である（注 24）。製造業の雇用者数でもアメリカの 1990 年の製造業雇用者数の比率は全雇用者数の 19.4% であったが、2012 年には 10.7% まで低下しており、対 GDP 比でもおよそ 19% から 13% 程度に低下している（注 25）。工業重視の日本でも、1994 年の対 GDP 比 22% から 2012 年の 18% に低下している。また、製造業の雇用者数の比率は 2012 年には 16.5% にまで低下し、減少傾向にある（内閣府・統計情報参照）。このような第 1 次・第 2 次産業の比重低下傾向は先進国のみならず、工業国化した国では一般的に見られる傾向である。

こうして工業化を終え、耐久消費財がほとんど普及して豊かになった国民は、単なる家電や自動車ではなく、差別化（デザインや機能など）された家電や自動車などの耐久消費財を求めるようになるとともに、より充実した生活のためにレジャーや教育、医療・福祉・健康関係のサービスを求めるようになった。また、NC 工作機やロボットが生産過程に導入され省力化や、製品のデジタル化が進んだ。消費者の多様化に対応するためにデザインやソフトウェア開発などの間接部門が強化され、またアウトソーシングが図られた。

また、塾などの教育関連サービス業の増大、社会福祉の充実のために社会福祉士、医師や看護師や理学療法士などの医療福祉関連の専門職の必要性が高まり、専門学校や大学での育成が強化された。そして、アウトソーシングを担う対事業所サービス業が増大したのであった。これらの狭義のサービス産業の主力は専門的な知識をもった知識労働者である。こうして、IT 革命とともに、21 世紀になると、経済のサービス化先進国アメリカでは、組織に属さないインディペンデントコントラクターと呼ばれている独立自営業者が増大するようになったのである。かれらは、現在ではアメリカの製造業労働者数並の規模となっている（注 25）。この独立自営業者は、PC・ネットという格安の生産手段を所有することで、組織に属さないでも自立して生活できるようになったのである（注 26）。

この労働者の自立過程に新たに IoT によるサービス化の波が押し寄せてきたということである。もちろん、IoT 化はサービス産業分野の効率化・利潤最大化のために進められようとしているのである。その行方は、これまで検討してきたことからすれば、知識労働分野のソフト化・機械化・自動化であろう。こうして狭義のサービス産業分野の多くの専門職のソフト化・機械化が進むことになる。また、生産過程は自動化し、いっそう多くの工場が無人化することは予測できる。つまり、工場の無人化ということは工業が自己労働の自営で運営されることになるということである。農業でも、自営農でも法人経営でも、いっそう省力化・自動化が進みそうである。

マーティン・フォード氏が、「今世紀のうちに雇用の 75% は消滅する！」（注 27）という予測もまんざらありえないことではないということである。ただ、フォード氏がそれでも資本主義は制度を工夫すればやっていけるとしているのは、労働力の商品化で成り立っている資本主義を理解していないというしかない。IoT の帰結が、労働者の生活の自立を可能とする自己労働化・自営業者化が

一般化するということであるならば、そこに資本主義が成立する余地はないということである。

かつて、重商主義時代に羊毛工業が問屋制家内工業として商人資本によって営まれていた。つまり、羊毛工業は、もっとも効率的なものとして農村の婦女子に依存して成り立っていたのである。しかし、囲い込みによって農民が追放され、商人資本の蓄積基盤自体が喪失してしまった。囲い込みは商人資本が望んだものではないが、農業の効率化・利潤追求のために実行されたものである。現在、IoT によって起こりつつあるのはサービス産業分野の効率化である。IoT 化によって利潤最大化が期待できるので普及しつつあるのであるが、その帰結は、あらゆる産業の自己労働化であり、それは労働力商品化の消滅ではないかということである。同様に IoT 化は、第 1 次・第 2 次産業分野でも当然進んでいくが、その方向性は、効率性の追求・利潤最大化の追求である。しかし、究極的には資本の蓄積基盤を破壊する、デジタル・ファブリケーションにみられるようにモノづくりの個別化であり地域化・自営業化である。また、今現在のエネルギー産業における IoT は省エネ・効率化として導入されているが、その行方はこれも再生可能エネルギーによる地域化・個別化である。

よって、IoT によるサービス労働の自己労働化を合わせると、従来の第 1 次産業、第 2 次産業、第 3 次産業がともに IoT に取り込まれるという意味で産業の統合ということになるのである。農業も工業も商業・サービスも、市場を通した生産・流通・分配ではなく、個々人ないし個々人の所有するモノから発する無数のデータを基に自立的に運営されていく社会になるのである。つまり、人々の日々の生活が社会を支え、そのことが人々が社会で糧をえる根拠となる、そのような社会の到来ということである。

（いしい・とおる メディア社会学科）

（注）

注 1）ジェレミー・リフキン『限界費用ゼロ社会』p 114。なお、Wikipedia では、IoT という用語は、同名のケビン・アシュトン（英語版）（Kevin Ashton）が、1999年に初めて使った用語であるとしている（情報取得日：2015年12月29日）。

注 2）GE のインダストリアル・インターネットについては「GE が目指すインダストリアル・インターネット」（『Harvard Business Review 特集 IoT の衝撃』所収）や参考文献の「いまさら聞けない IoT の全貌」などを参照。

注 3）日経ビジネス「まるわかりインダストリー4.0 第 4 次産業革命」（日経BP社、2015年5月）p21参照。ドイツについては同雑誌 p16－43も参照。

注 5）「IoT による製造業の変革 ドイツで進む Industrie 4.0 の取り組み」（DBJ『今月のトピックスNO.238-1』、2015年 8 月）p 2 参照。

注 5）同上 p 5 参照。

注 6）GINMODO（2015年12月9日取得、<http://www.gizmodo.jp/2014/07/nest-2.html>）参照。

注 7）スマートハウスとは、1980年代にアメリカで提唱された住宅の概念で、IT（情報技術）を使って家庭内のエネルギー消費が最適に制御された住宅である。具体的には、太陽光発電システム

や蓄電池などのエネルギー機器、家電、住宅機器などをコントロールし、エネルギーマネジメントを行うことで、CO₂排出の削減を実現する省エネ住宅のことを意味している。IoT化によって、人の家庭内での日々の振る舞いがビッグデータとして蓄積され、それが人工知能によって分析されよりきめの細かいエネルギーの制御が実現することになるであろう。

注8) 医療 IoT (2015年12月9日取得, <http://iot-jp.com/>) 参照。

注9) 日本経済新聞 (2015年12月20日朝刊) 参照。

注10) TEC (2015年12月9日取得, <http://jp.techcrunch.com/>) 参照。

注11) Qiita (2015年12月9日取得, <http://qiita.com/hnaoya/items/fc26dd13338fd97ad7f0>) IoTソリューション (医療) を参照。

注12) ferret「2015年のトレンドと言われている IoT (モノのインターネット) の事例4選」(2015年12月9日取得, <https://ferret-plus.com/632>) 参照。

注13) exciteニュース (2015年12月29日取得,

<http://www.excite.co.jp/News/woman-clm/20151228/Pouch-320187.html>) 参照。

注14) 日経BPムック『この1冊でまるごとわかる! 人工知能ビジネス』(日経BP社, 2015年10月) p 67。

注15) ENGADGET (2015年12月2日取得, <http://japanese.engadget.com/2015/10/15/iot-expo/>) 参照。

注16) Profile (2015年12月2日取得, <http://profile.ne.jp/w/c-138346/>) 参照。

注17) IoT echNews (2015年12月2日取得, <http://iot-echnews.com/2014/06/27/farm-robot/>) 参照。

注18) CHANGE-MAKERS (2015年12月2日取得, <https://www.change-makers.jp/post/10431>) 参照。

注19)『週刊 ダイヤモンド いまさら聞けない IoT の全貌』(2015年10月3日号) p 64-67。

注20) Harvard Business Review『IoT の衝撃』(ダイヤモンド社, 2015年4月) p 34。

注21)「スマートコンストラクション」は、ドローンを飛ばして、施工現場を撮影して自動測量し、そのデータからクラウド上で3次元の測量図面をつくり、これを基に施工計画が作成され、その計画がICT建機に送信されボタンを押すと自動で作業が開始するというシステムである。上掲の注17の文献を参照。

注22) 村井純「IoT という新たな産業革命」(『Harvard Business Review 特集 IoT の衝撃』所収) 参照。また、リフキンも『限界費用ゼロ社会』の第6章3Dプリンティングでデジタル・ファブリケーションを3Dプリンティングとしてその意義を述べている。

注23) ネット検索は google を使用し、情報は2015年10月1日に取得した。

注24) アレックス・サンディ・ペントランド「データは誰のものか」

(『Harvard Business Review 特集 IoT の衝撃』所収) 参照。

注25) コラム「瑞穂の国における農業」(2015年12月9日取得, <http://www.dir.co.jp/library/column/120307.html>)

注26) 西川珠子「米国産業構造の変化」（みずほ総研論集2013年Ⅱ号）p 33参照。

注27) 拙稿「『ソフト化・サービス化』の経済について」（つくば国際大学紀要第18号，2012年3月）参照。

注28) マーティン・フォード『テクノロジーが雇用の75%を奪う』（朝日新聞出版，2015年2月）

参考文献

1. ジェレミー・リフキン『限界費用ゼロ社会—モノのインターネット—と共有型経済の台頭』（NHK出版，2015年10月）
2. 林雅之『スマートマシン』（洋泉社，2015年10月）
3. 三菱総合研究所『IoT まるわかり』（日本経済新聞出版社，2015年9月）
4. 洋泉社 MOOK『インダストリー4.0の衝撃』（洋泉社，2015年8月）
5. 中根滋『IoT時代の「ものづくり」経営戦略』（幻冬舎，2015年8月）
6. 岩本晃一『Industrie 4.0 ドイツ第4次産業革命が与えるインパクト』（日刊工業新聞社，2015年7月）
7. 『月刊事業構想7 IOT 先駆者の構想』（事業構想大学院大学出版部，2015年6月）
8. 日経ビジネス「まるわかりインダストリー4.0 第4次産業革命」（2015年5月）
9. 『Harvard Business Review 特集 IoT の衝撃』（ダイヤモンド社，2015年4月）
10. ピーター・センメルハック『ソーシャルマシン』（KADOKAWA，2015年4月）
11. 特集「いまさら聞けないIoTの全貌」（『週刊ダイヤモンド』，2015年10月3日）
12. 小林雅一『AIの衝撃—人工知能は人類の敵か』（講談社現代新書，2015年3月）
13. 松尾豊『人工知能は人間を超えるか』（KADOKAWA，2015年3月）
14. マーティン・フォード『テクノロジーが雇用の75%を奪う』（朝日新聞出版，2015年2月）
15. 本田幸夫『ロボット革命』（祥伝社，2014年12月）
16. 石井徹「『ソフト化・サービス化』の経済について」（『つくば国際大学紀要』第18号，2012年3月）

Economic Consideration of IoT

Toru Ishii

This research is economic consideration of the meaning of IoT. IoT has just started at the initiative of the companies, So I have a daring view of the whereabouts of softening economy and service economy by the principle of IoT. IoT not only backs up service economy but also improve productivity of service economy enough to make service labor unnecessary by its development. That is to say, IoT replaces the service labor of people by the service of goods. However, a source of service value by goods is general data which is sent by people enjoying the service. For this reason of data belongs to people. In addition IoT will become widespread not only the service industry but also the primary industry and the secondary manufacturing, and will cause the same trouble. Ultimately IoT will be integrated by industrials and will be integrated by industrials and will be common possession social infrastructures like roads and bridge.

Keywords: IoT, service labor, service of goods, softening economy and service economy capitalism